

SISTEM ABSENSI BERBASIS RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION (RFID) PADA MIKROSKIL

Paulus¹, William², Vincent Otniel Panggabean³, Felix Pandi⁴

Program Studi Teknik Informatika, STMIK Mikroskil
Jl. Thamrin No. 122, 124, 140 Medan 20212

¹paulus@mikroskil.ac.id, ²william.liem@mikroskil.ac.id

³vincent.otniel@mikroskil.ac.id, ⁴felixpandi@gmail.com

Abstrak

Dalam kegiatan akademik dan kemahasiswaan, kegiatan pendataan kehadiran adalah hal yang rutin dilakukan. Pada umumnya, hal tersebut dilakukan dengan penandatanganan lembar kehadiran. Hal tersebut dinilai lambat dan juga menimbulkan gangguan dalam melaksanakan perkuliahan maupun kegiatan. Untuk absensi kuliah, dapat mengganggu fokus mahasiswa saat mendengarkan penjelasan dosen sedangkan untuk absensi kegiatan, dapat menimbulkan antrian panjang saat ratusan mahasiswa hendak menandatangani formulir kehadiran. Dalam menemukan solusi terhadap persoalan tersebut maka dilakukan penelitian terhadap kemampuan kartu nirsentuh dengan *tag RFID* yang tertanam di dalamnya, kebutuhan fungsional dan non fungsional yang diperlukan oleh sistem absensi kuliah dan kegiatan, serta kemampuan *Software Development Kit* yang mendukung mesin absensi. Hasil dari penelitian tersebut menghasilkan kesimpulan bahwa setiap nomor kartu ber-*tag RFID* adalah unik sehingga proses identifikasi kartu nirsentuh tersebut dapat dijadikan data kehadiran. Dengan melakukan *scanning* pada mesin absensi, kemudian dilakukan pengolahan data dengan aplikasi maka akan menghasilkan informasi kehadiran yang lebih akurat dibandingkan dengan yang dilakukan secara manual.

Kata kunci: *tag RFID, kartu nirsentuh, sistem absensi kuliah, sistem absensi kegiatan*

1. Pendahuluan

Sistem absensi berbasis kartu nirsentuh telah banyak digunakan oleh berbagai jenis perusahaan untuk keperluan absensi pegawai. Untuk mengelola data transaksi absensi yang masuk, telah tersedia banyak perangkat lunak yang dapat mengakses data pada mesin absensi dan mengelolanya sesuai dengan kebutuhan perusahaan. Permasalahannya adalah belum adanya perangkat lunak berbasis kartu *RFID* yang mampu memenuhi kebutuhan sistem absensi perkuliahan dan kegiatan untuk perguruan tinggi, termasuk Mikroskil. Pemecahan masalah yang dilakukan adalah merancang perangkat lunak berbasis kartu *RFID* yang mampu memenuhi kebutuhan sistem absensi perkuliahan dan kegiatan di Mikroskil. Pada makalah ini, Penulis memperkenalkan sebuah perangkat lunak yang telah dibangun untuk memenuhi kebutuhan sistem absensi berbasis *RFID* untuk dapat digunakan untuk perkuliahan maupun kegiatan di perguruan tinggi untuk diimplementasikan di Mikroskil.

Sistem absensi berbasis *RFID* ini melibatkan beberapa pihak, yaitu dosen, mahasiswa, pihak PSI (Pusat Sistem Informasi), BAA (Badan Administrasi Akademik), staf yang bertugas untuk menginput data perkuliahan (di Mikroskil dilakukan oleh Resepsionis), peserta kegiatan, dan juga pihak penyelenggara kegiatan yang dapat berupa seminar, *workshop*, dan sebagainya. Dosen maupun mahasiswa memiliki kartu *RFID* yang dikenali oleh alat absensi

untuk digunakan pada saat perkuliahan maupun kegiatan. Pada bagian ketiga dari makalah ini, Penulis akan menjelaskan proses penggunaan sistem absensi berbasis *RFID* dalam perkuliahan maupun kegiatan.

1.1 Batasan Masalah

Pada penelitian ini, terdapat beberapa batasan masalah antara lain:

1. Media komunikasi data yang digunakan adalah kabel *UTP*.
2. Kartu nirsentuh yang digunakan adalah kartu *RFID* yang digunakan dalam lingkungan Mikroskil yang dikenal dengan sebutan Micard (*Mikroskil Identification Card*).
3. Mesin absensi yang digunakan harus kompatibel dengan Micard.
4. Perangkat lunak dibangun berdasarkan *SDK (Software Development Kit)* dari situs <http://www.zktechnology.com/Software.aspx>. Isi dari folder “Development Kit - Communication Protocol SDK (Fit for Win7 64 bit)” digabungkan dengan “Development Kit - Communication Protocol SDK (Fit for 2000, XP, Vista 32Bit)” untuk menghasilkan kombinasi yang tepat. *SDK* terakhir kali diunduh pada tanggal 6 September 2012.
5. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah *Microsoft Visual Basic .NET* 2008.
6. *Database* yang digunakan adalah *Microsoft SQL Server* 2008.
7. Sistem absensi yang dirancang dikhususkan untuk absensi kuliah dan absensi kegiatan, tidak diperuntukkan untuk absensi ujian.
8. Sistem absensi yang telah dibuat belum mampu memberikan solusi untuk hal titip absen yang kerap terjadi di lingkungan kampus.

2. Kajian Pustaka

2.1. Sistem Absensi Kartu Nirsentuh

Sistem absensi kartu nirsentuh merupakan salah satu pilihan bila terdapat banyak pengguna yang perlu didaftarkan. Selain itu lamanya waktu pengguna dalam menggunakan sistem juga tergolong singkat. Mesin absensi generik adalah mesin absensi yang dapat menerima input scan kartu untuk keperluan absensi. Umumnya mesin absensi dapat juga dimanfaatkan untuk mengontrol akses sehingga pihak yang tak berwenang tak dapat mengakses sebuah lokasi. Ada kalanya proses identifikasi dilakukan bersamaan dengan proses pencatatan kehadiran. [1]

Sistem absensi ini memanfaatkan media kartu nirsentuh dalam hal identifikasi. Meskipun ada kemungkinan peminjaman kartu kepada pihak lain dalam hal identifikasi, namun sistem ini mempermudah pendaftaran peserta dalam jumlah yang besar pada waktu yang singkat. Sistem ini juga memberikan kemudahan dalam perhitungan pada akhir bulan atau akhir semester karena semua data tersimpan dalam bentuk komputerisasi.

2.2. Tag RFID

RFID (radio frequency identification) adalah sebuah standar, khususnya sebuah protokol, yang menyatakan cara suatu jaringan menggunakan sinyal radio untuk berkomunikasi dengan label yang ditempatkan pada suatu objek, binatang, atau manusia. Label ini, yang disebut *transponder*, terdiri atas antena dan chip memori yang berisi informasi yang akan dikirimkan melalui gelombang radio. Melalui antena, pembaca *RFID*, yang juga disebut *transceiver*, membaca sinyal radio dan memindahkan informasi tersebut ke komputer atau suatu perangkat. Perangkat pembaca dapat digenggam atau tertanam dalam suatu objek, seperti pintu masuk. [2]

Label *RFID* dapat bersifat pasif atau aktif. Label *RFID* aktif berisi baterai yang menjalankan sirkuit dari chip dan memancarkan sinyal pada perangkat pembaca *RFID*. Label *RFID* pasif tidak berisi baterai, oleh karena itu tidak dapat mengirimkan sinyal hingga perangkat pembaca *RFID* mengaktifkan antena label dengan mengirimkan gelombang elektromagnetik.

2.3. Jaringan Komputer

Jaringan komputer (jaringan) adalah sebuah sistem yang terdiri atas komputer-komputer yang didesain untuk dapat berbagi sumber daya (*printer, CPU*), berkomunikasi (surel, pesan instan), dan dapat mengakses informasi (peramban *web*). Tujuan dari jaringan komputer adalah agar dapat mencapai tujuannya, setiap bagian dari jaringan komputer dapat meminta dan memberikan layanan (*service*). Pihak yang meminta/menerima layanan disebut klien (*client*) dan yang memberikan/mengirim layanan disebut peladen (*server*). Desain ini disebut dengan sistem *client-server*, dan digunakan pada hampir seluruh aplikasi jaringan komputer.[4]

Dua buah komputer yang masing-masing memiliki sebuah kartu jaringan, kemudian dihubungkan melalui kabel maupun nirkabel sebagai medium transmisi data, dan terdapat perangkat lunak sistem operasi jaringan akan membentuk sebuah jaringan komputer yang sederhana. Apabila ingin membuat jaringan komputer yang lebih luas lagi jangkauannya, maka diperlukan peralatan tambahan seperti *Hub, Bridge, Switch, Router, Gateway* sebagai peralatan interkoneksi. [3]

2.4. Software Development Kit Absensi

Software Development Kit (SDK) adalah paket program yang digunakan *programmer* untuk mengembangkan aplikasi untuk *platform* tertentu. Biasanya *SDK* mencakup satu atau lebih *API (Application Programming Interface)*, bahasa pemrograman, dan dokumentasi.

SDK untuk mesin absensi yang digunakan pada penelitian ini tersedia di situs www.zktechnology.com. Mesin absensi dengan jenis layar tanpa warna dikenal dengan sebutan “*Black & White*” pada *SDK*. Bahasa pemrograman yang digunakan dalam *SDK* masih terbatas pada bahasa pemrograman yang sifatnya *offline* dalam arti tidak bisa diakses melalui internet. Ada 2 pilihan bahasa pemrograman yang disediakan yaitu *C#* dan *VB.Net*.

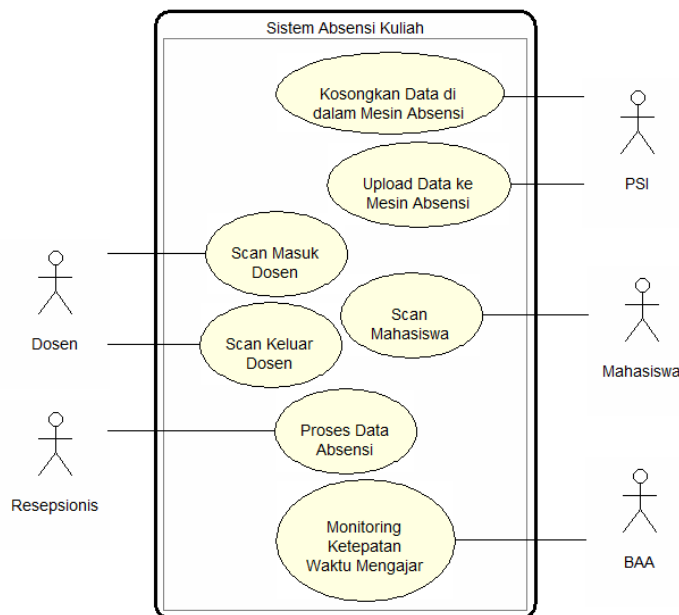
3. Metode Penelitian

Dalam menyelesaikan penulisan makalah ini, Penulis melakukan proses pengamatan terhadap kemampuan sistem absensi yang sudah ada diterapkan sebelumnya dalam lingkungan Mikroskil. Selanjutnya Penulis meneliti berbagai berbagai jenis alat identifikasi, baik yang berupa biometrik maupun yang non-biometrik. Penulis juga melakukan penelitian menyeluruh terhadap kemampuan *SDK* beserta perangkat lunak yang umum digunakan untuk absensi pekerja. Penelitian mendalam mengenai proses bisnis yang ditetapkan juga dilakukan agar dapat selaras dengan implementasi sistem baru yang diajukan Penulis. Riset mengenai basis data dan bahasa pemrograman yang digunakan pada sistem konvensional juga dilakukan dengan cermat untuk memastikan tahap implementasi dapat berjalan dengan lancar.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1. Model Use Case Sistem Absensi Kuliah

Sistem absensi berbasis *RFID* ini melibatkan beberapa aktor yang berperan sebagai sumber data, pengguna, maupun pihak yang mengelola data yang ditarik dari mesin absensi.



Gambar 1. Use Case Sistem Absensi Kuliah

Seperti terlihat pada gambar 1 di atas, entitas dari sistem ini berjumlah 5 buah yaitu PSI, Dosen, Mahasiswa, Resepsionis, BAA. Sedangkan proses yang terdapat pada sistem ada 7 buah yaitu kosongkan data di dalam mesin absensi, upload data ke mesin absensi, scan masuk dosen, scan mahasiswa, scan keluar dosen, proses data absensi, monitoring ketepatan waktu mengajar.

Tabel 1. Use Case Kosongkan Data di dalam Mesin Absensi

| Use-Case Name | Kosongkan Data di dalam Mesin Absensi |
|--------------------------|---|
| Description | Pegawai PSI mengosongkan data di dalam mesin absensi |
| Normal Flow Of Events | 1. Pegawai PSI mengosongkan data absensi dan data ID Micard di dalam mesin absensi. |
| Alternate/Exception Flow | Tidak ada |

Tabel 2. Use Case Upload Data ke Mesin Absensi

| Use-Case Name | Upload Data ke Mesin Absensi |
|--------------------------|--|
| Description | Pegawai PSI mengupload data ke mesin absensi |
| Normal Flow Of Events | <ol style="list-style-type: none"> 1. Pegawai PSI mengosongkan data absensi dan data ID Micard di dalam mesin absensi. 2. Pegawai PSI mengirimkan data ID Micard ke dalam mesin absensi. 3. Mesin akan mengenali scan Micard yang sudah ada datanya di dalam mesin absensi. |
| Alternate/Exception Flow | Tidak ada |

Tabel 3. Use Case Scan Masuk Dosen

| | |
|---------------------------------|--|
| Use-Case Name | Scan Masuk Dosen |
| Description | Dosen melakukan scan masuk ke mesin absensi |
| Normal Flow Of Events | <ol style="list-style-type: none"> 1. Mesin absensi dalam keadaan menyala. 2. Dosen datang melakukan scanning dengan Micard milik pribadi. 3. Perkuliahan dimulai. |
| Alternate/Exception Flow | <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Jika dosen tidak membawa Micard milik pribadi, maka dosen meminjam Micard cadangan dari resepsionis. 3.2. Resepsionis mencatat ID Micard yang dipinjamkan. |

Tabel 4. Use Case Scan Kehadiran

| | |
|---------------------------------|--|
| Use-Case Name | Scan Kehadiran |
| Description | Mahasiswa melakukan scan ke mesin absensi |
| Normal Flow Of Events | <ol style="list-style-type: none"> 1. Mesin absensi dalam keadaan menyala. 2. Menjelang akhir sesi perkuliahan, mahasiswa melakukan scanning. 3. Perkuliahan selesai. |
| Alternate/Exception Flow | <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Jika mahasiswa tidak membawa Micard milik pribadi, maka mahasiswa melaporkan ke dosen. 2.2. Dosen mencatat NIM dan nama mahasiswa dalam lembar absensi manual. |

Tabel 5. Use Case Scan Keluar Dosen

| | |
|---------------------------------|---|
| Use-Case Name | Scan Keluar Dosen |
| Description | Dosen melakukan scan keluar ke mesin absensi |
| Normal Flow Of Events | <ol style="list-style-type: none"> 1. Mesin absensi dalam keadaan menyala. 2. Dosen melakukan scanning dengan Micard milik pribadi pada mesin absensi setelah semua mahasiswa yang hadir melakukan scanning. 3. Perkuliahan selesai. |
| Alternate/Exception Flow | <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Jika dosen tidak membawa Micard milik pribadi, maka dosen menggunakan Micard cadangan yang telah dipinjamkan dari resepsionis. 2.2. Resepsionis mengganti ID Micard dosen di program saat penarikan data. |

Tabel 6. Use Case Proses Data Absensi

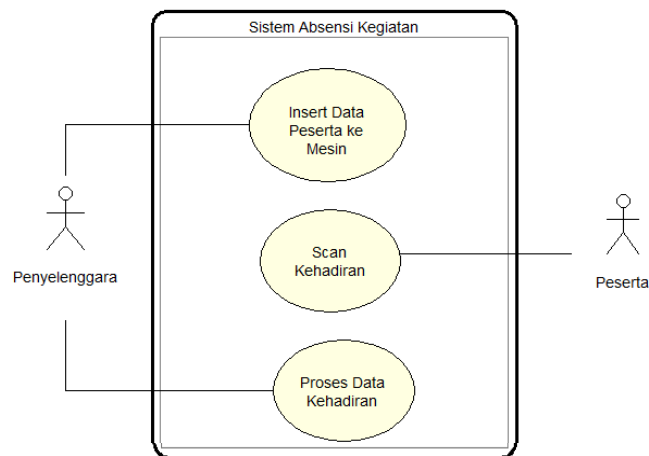
| | |
|------------------------------|--|
| Use-Case Name | Proses Data Absensi |
| Description | Resepsionis memproses data absensi |
| Normal Flow Of Events | <ol style="list-style-type: none"> 1. Mesin absensi dalam keadaan menyala. 2. Resepsionis membuka program absensi kuliah. 3. Resepsionis mengkoneksikan program dengan alat pada ruangan yang ingin ditarik mesin absensinya. 4. Data absensi mahasiswa didownload dan dimasukkan ke database melalui program. |

| Use-Case Name | Proses Data Absensi |
|--------------------------|---|
| Alternate/Exception Flow | <p>4.1. Bagi mahasiswa yang melakukan absensi secara manual melalui persetujuan dosen, maka resepsionis menggunakan fungsi “Ubah Absensi”.</p> <p>4.2. Bagi dosen yang menggunakan kartu Micard cadangan, maka nomor Micard tersebut diketikkan dalam ID Dosen.</p> |

Tabel 7. Use Case Filter Kedisiplinan Scan Dosen

| Use-Case Name | Filter Kedisiplinan Scan Dosen |
|--------------------------|---|
| Description | Pegawai BAA memeriksa scan masuk dan scan keluar dosen dengan membandingkannya dengan jadwal masuk dan jadwal keluar dosen. |
| Normal Flow Of Events | <p>1. Pegawai BAA menggunakan program mengakses database SIPT.</p> <p>2. Pegawai BAA memilih range waktu yang diinginkan.</p> |
| Alternate/Exception Flow | Tidak ada |

4.2. Model Use Case Sistem Absensi Kegiatan



Gambar 2. Use Case Sistem Absensi Kegiatan

Seperti terlihat pada gambar 2 di atas, entitas dari sistem ini berjumlah 2 buah yaitu penyelenggara dan peserta. Sedangkan proses yang terdapat pada sistem ada 3 buah yaitu insert data peserta ke mesin, scan kehadiran, dan proses data kehadiran.

Tabel 8. Use Case Insert Data Peserta ke Mesin

| Use-Case Name | Insert Data Peserta ke Mesin |
|--------------------------|--|
| Description | Penyelenggara meng- <i>upload</i> data ke mesin absensi |
| Normal Flow Of Events | <p>1. Penyelenggara mengirimkan data <i>ID</i> Micard ke dalam mesin absensi.</p> <p>2. Mesin akan mengenali <i>scan</i> Micard yang sudah ada datanya di dalam mesin absensi.</p> |
| Alternate/Exception Flow | Tidak ada |

Tabel 9. Use Case Scan Kehadiran

| Use-Case Name | Scan Kehadiran |
|--------------------------|---|
| Description | Peserta melakukan <i>scan</i> ke mesin absensi |
| Normal Flow Of Events | <ol style="list-style-type: none"> 1. Mesin absensi dalam keadaan menyala. 2. Sebelum sesi kegiatan dimulai, peserta melakukan <i>scan</i> ke mesin absensi dengan Micard pribadi. 3. Sesi dimulai. |
| Alternate/Exception Flow | <ol style="list-style-type: none"> 2.3. Jika peserta tidak membawa Micard milik pribadi, maka mahasiswa melaporkan ke penyelenggara. 2.4. Penyelenggara mencatat NIM dan/atau nama peserta dalam lembar absensi manual. |

Tabel 10. Use Case Proses Data Kehadiran

| Use-Case Name | Proses Data Kehadiran |
|--------------------------|--|
| Description | Penyelenggara memproses data kehadiran peserta |
| Normal Flow Of Events | <ol style="list-style-type: none"> 1. Mesin absensi dalam keadaan menyala. 2. Penyelenggara membuka program absensi kegiatan. 3. Penyelenggara mengkoneksikan program dengan alat pada ruangan/mesin yang ingin di-<i>download</i> mesin absensinya. 4. Data absensi peserta di-<i>download</i> dan dimasukkan ke <i>database</i> melalui program. |
| Alternate/Exception Flow | <ol style="list-style-type: none"> 4.1. Bagi peserta yang melakukan absensi secara manual melalui persetujuan penyelenggara, maka penyelenggara menggunakan fungsi “Ubah Absensi”. |

4.3. Kebutuhan Non Fungsional

Kebutuhan non fungsional sistem absensi kuliah dan kegiatan meliputi:

1. *Usability*
 - a. *User friendly*
Sistem harus *user friendly* (mudah dipelajari dan digunakan).
 - b. Desain antarmuka
Sistem harus mengikuti petunjuk desain antarmuka yang konsisten.
 - c. Fasilitas bantuan
Sistem harus memiliki fasilitas bantuan yang mudah dipahami.
2. *Reliability*
 - a. *Total system up time*
Sistem harus dapat berjalan dengan *total up time* 90%, kecuali terjadi kegagalan mesin disebabkan kesalahan konfigurasi atau pemadaman listrik.
 - b. Ketersediaan sistem
 - i. Sistem harus mampu beroperasi dari jam 8.30 pagi hingga 9.30 malam dari hari Senin hingga hari Sabtu.
 - ii. Bila terjadi permasalahan pada sistem, harus dapat ditangani paling lama 1 x 24 jam

3. *Performance*

Response time cepat

Dalam proses *scanning* kartu, sistem harus dapat membaca dalam waktu kurang dari 1 detik. Dalam proses penarikan data, sistem harus dapat menarik data dalam waktu kurang dari 10 detik.

4. *Supportability*

a. Pelayanan

- i. Adanya tombol *help* yang dapat menyediakan bantuan apabila diperlukan.
- ii. Staf *admin* selalu siap sedia bila terdapat masalah pada sistem, serta menjawab pertanyaan, saran, dan kritik dari pihak yang terlibat.

b. Pemeliharaan sistem

- i. Adanya dukungan dari pihak pengembang setelah sistem dibuat.
- ii. Adanya *technical support* apabila terjadi kesalahan atau kerusakan pada sistem.

5. *Design Constraints*

a. Bahasa pemrograman

Sistem dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman *Visual Basic* 2008.

b. Aplikasi basis data

Repository data sistem menggunakan *SQL Server* 2008.

c. Resolusi tampilan antarmuka

Sistem harus dapat ditampilkan pada resolusi tampilan antarmuka minimal 1055 x 768 piksel.

4.4. Hasil Tampilan

Aplikasi yang telah dirancang untuk sistem absensi berbasis RFID pada Mikroskil memiliki beberapa tampilan form, yakni form Absensi Kuliah, form Absensi Kegiatan. Isi form Absensi Kuliah diperlihatkan pada gambar 3.

Gambar 3. Form Absensi Kuliah

Pada form Absensi Kuliah pengguna dapat memilih kelas dan mata kuliah, melakukan koneksi mesin, penarikan data absensi, dan *filtering* terhadap data mentah. Fitur tersebut bertujuan untuk menunjang kebutuhan pengumpulan data absensi mahasiswa dan dosen yang mengajar. Fitur yang terdapat pada form Absensi Kegiatan tentunya sedikit berbeda.

Fitur yang disediakan pada form Absensi Kegiatan mencakup pendaftaran kegiatan beserta detail kegiatan, pendaftaran peserta, dan juga penarikan dan *filtering* data absensi. Contoh fitur yang tersedia pada form tersebut diperlihatkan pada gambar 4.

Gambar 4. Form Absensi Kegiatan Bagian Isi Data Event (Kegiatan) Baru

4.5. Hasil Pengujian

Dari tanggapan beberapa mahasiswa yang sudah ikut dalam pengujian sistem absensi kuliah di dalam ruangan diperoleh beberapa tanggapan positif dan beberapa tanggapan negatif. Tanggapan positif yang dikemukakan antara lain:

1. Proses absensi menjadi semakin praktis.
2. Kegiatan perkuliahan tidak lagi terganggu sebagaimana yang terjadi saat pengoperan formulir absensi.
3. Tidak ada kekhawatiran akan *human error* yang sering terjadi saat penginputan data absensi ke dalam *database*.

Sedangkan tanggapan negatif yang diperoleh adalah:

1. Ada kemungkinan mahasiswa akan melakukan kecurangan seperti menitipkan Micard ketika ia berhalangan hadir.
2. Suara konfirmasi pada mesin absensi dinilai terlalu kecil.
3. Akan merepotkan bila kehilangan atau lupa membawa Micard.

Dari hasil wawancara dengan beberapa dosen yang telah ikut serta dalam pengujian sistem absensi kuliah di kelas mendapatkan respon positif. Dosen merasa proses absensi menjadi lebih praktis. Namun masih ada beberapa dosen yang belum terbiasa dengan sistem yang baru ini sehingga dosen yang bersangkutan lupa melakukan scan masuk atau scan keluar dosen. Hal tersebut bukanlah hambatan yang besar karena dalam waktu singkat dosen sudah akan terbiasa melakukan scan masuk dan scan keluar dosen sesuai prosedur. Berdasarkan peninjauan, untuk absensi di sebuah kelas yang mahasiswanya berjumlah lebih kurang 50 orang, dibutuhkan waktu kurang dari 7 menit.

5. Kesimpulan

Setelah menyelesaikan perangkat lunak sistem absensi kuliah dan sistem absensi kegiatan dengan menggunakan teknologi *RFID*, penulis menarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Sistem absensi kuliah memberikan kepraktisan kepada mahasiswa.
2. Sistem absensi kuliah telah mampu mengurangi human error secara signifikan dibandingkan dengan sistem absensi sebelumnya.
3. Perangkat lunak dapat menghasilkan data kehadiran yang lebih akurat dibandingkan sistem absensi yang digunakan sebelumnya.
4. Adanya fitur untuk memeriksa kedisiplinan waktu masuk dan waktu keluar dosen sehingga kinerja dosen dapat terpantau dengan baik.
5. Micard telah menjadi suatu hal yang penting bagi mahasiswa karena digunakan dalam proses absensi sehingga nilai gunanya meningkat.
6. Laporan kegiatan berupa portofolio dan sertifikat dapat disimpan sehingga dapat membantu pengguna aplikasi ketika proses pencetakan.

Referensi

- [1] Roberti, M. 2012, *What Are Contactless Smart Cards?*, RFID Journal, 7 September 2012, diakses 1 Oktober 2012, <<http://www.rfidjournal.com/expert/entry/9879>>
- [2] Shelly G. B., Cashman T. J., Vermaat. M. E. 2007, *Discovering Computers: Fundamental*, 3th Edition, Salemba Infotek, Jakarta.
- [3] Spurgeon, C. 2000, *Ethernet: The Definitive Guide*, O'Reilly Media Inc., United States of America.
- [4] Tanenbaum, A. S. 2006, *Computer Networks*, Fourth Edition, Pearson Education, New Jersey.